

## ZAGREVANJE SANITARNE VODE HLADNJACIMA ZA MLEKO

Rudolf KRONOVŠEK, dipl. inž., »Gorenje«, Titovo Velenje

Povećani higijenski zahtevi i upotreba modernije tehnologije, posebno u prehrambenoj industriji iziskuju sve veću potrebu za toplom vodom. Topla voda je praktično — energija. Sa energijom su u poslednje vreme teškoće, pogotovo kod nas. Zato moramo učiniti sve što nam današnja tehnika omogućuje da maksimalno štedimo energiju, a da ne remetimo standard i tehnološke procese.

Kod ovog problema rešenje je u uređajima za ponovno korišćenje otpadne toplote. Otpadne toplote je dovoljno, samo je treba iskoristiti. Svi termodinamički uređaji su, pored primarne funkcije, i proizvođači otpadne toplote. Najpoznatiji su uređaji za hlađenje mleka. Sva, mleku odneta toplota, se nepovratno gubi u okolnom prostoru. Ta tzv. kondenzatorska toplota (potiče od kondenzatora) nije baš na primernom nivou za grijanje sanitarne vode ili za dogrevanje prostora za stanovanje. Možemo konstatovati, da većina uređaja za hlađenje, opremljena dodatnim izmenjivačima toplote i bojlerima, može hladiti namirnice ili prostorije i istovremeno zagrijavati vodu.

Gorenje Fecro je odmah na početku proizvodnje uređaja za hlađenje mleka uvidelo prednost takvog rešenja i dopunilo svoj program potrebnim sklopovima za grijanje sanitarne vode kondenzatorskom toplotom.

### Tehničke mogućnosti zagrevanja sanitarne vode hladnjacima za mleko

Hladnjaci za mleko ne deluju preko celog dana konstantnom snagom.

Dva puta dnevno bazeni se pune svežim mlekom i u vremenu od 3 sata, ili još kraće, mleko se hladi od  $+35^{\circ}\text{C}$  do  $+4^{\circ}\text{C}$ . U preostalom vremenu zadatak uređaja je da samo održava temperaturu mleka na konstantnom nivou od  $+4^{\circ}\text{C}$ .

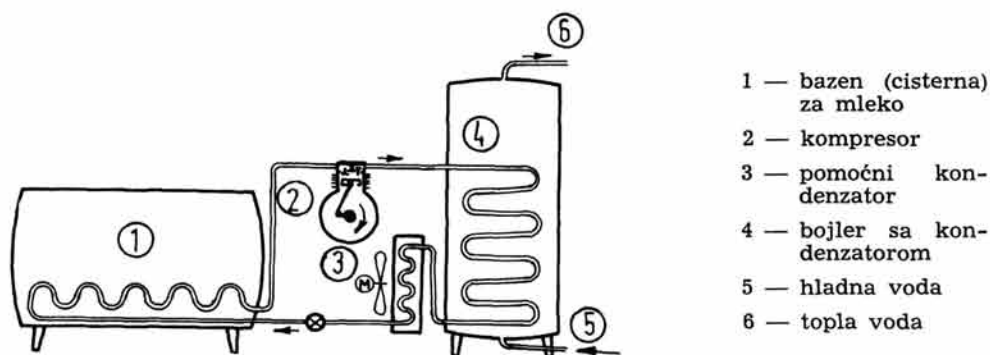
Zadatak je da svu toplotu oduzetu mleku, plus toplotu koja potiče od kompresora upotrebimo za grijanje sanitarne vode. To postizemo direktnim ili indirektnim sistemom.

### Direktni sistem

Kod ovog sistema kondenzatorska toplota se neposredno prenosi na vodu u bojleru. Uređaju za hlađenje se dodaje poseban bojler sa kondenzatorom (slika 1).

Sredstvo za hlađenje, freon R 12 ili R 22, isparava u isparivaču (istovremeno i dno bazena za hlađenje ili cisterne za hlađenje). Potrebna toplota za isparavanje se oduzme mleku, a ono se pri tome hladi.

Kompresor komprimira sredstvo za hlađenje koje je u gasovitom stanju i potiskuje ga u kondenzator. Sredstvo za hlađenje se kondenzuje i istovremeno preda vodi sumu toplote dobijenu od mleka. Voda se, naravno, pri tome zagrejava.



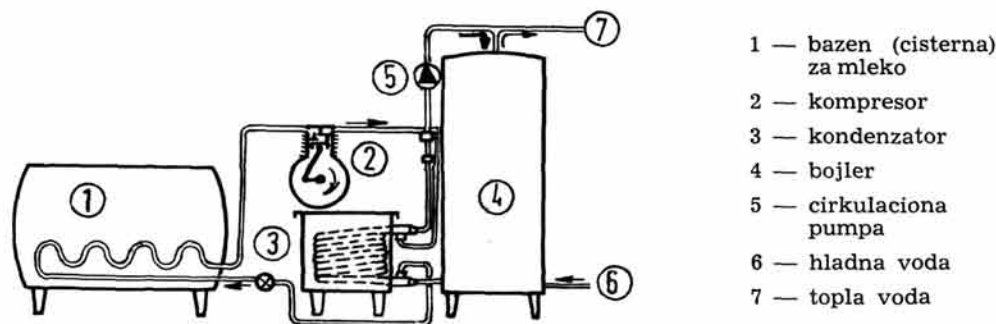
Slika 1. Direktni sistem zagrevanja sanitarne vode

Sistem mora biti izveden na način da se ne remeti primarna funkcija uređaja za hlađenje. To bi se desilo pri nedovoljnom hlađenju kondenzatora (vruća voda u bojleru). Zato se sa bojlerom postavlja uobičajeni vazdušni kondenzator, koji u svom slučaju preuzima odvajanje toplote u okolinu i time omogućuje normalno hlađenje freona. Iz kondenzatora sredstvo za hlađenje »teče« u isparivač i ciklus se ponavlja.

#### Indirektni sistem

Kao što se iz sheme vidi u ovom slučaju voda se ne grije direktno u bojleru već posebno u tzv. koaksijalnom kondenzatoru ugrađenom u standardni agregat za hlađenje.

Specijalna cirkulaciona pumpa crpi vodu iz donjeg dela bojlera i potiskuje kroz kondenzator u gornji deo bojlera. Pri prolasku kroz koaksijalni kondenzator sredstvo za hlađenje odaje toplu vodu i time se grije. Na taj način se postepeno zagreje sva voda u bojleru. Po potrebi se uključi vazdušni isparivač (slika 2).



Slika 2. Indirektni sistem zagrevanja sanitarne vode

Voda se na oba načina može zagrijati na 50—55 °C. Količina zagrijane vode iznosi u preseku od 70 do 80% od količine mleka koje hladimo. Oba sistema su funkcionalno i investicijski slična, osim što je kod drugog sistema potrebno ugraditi specijalnu cirkulacionu pumpu za kruženje vode. To nam omogućuje, za razliku od direktnog sistema, da bojler bude dislociran od bazena za hlađenje.

Gorenje Fecro kod svojih uređaja upotrebljava direktan način zagrevanja sanitarne vode. Pri tome se upotrebljavaju dve veličine (80 i 280 l) posebno za to razvijenih bojlera.

Osim toga, bojlere je moguće među sobom povezati, tako da dobijemo veći volumen.

Bojleri su vakumski emajlirani sa zaštitnom anodom, što omogućuje duži eksploatacioni vek. U slučaju da je potrebna veća količina tople vode od mogućnosti agregata, ručno se uključi tvornički ugrađen el. grejač.

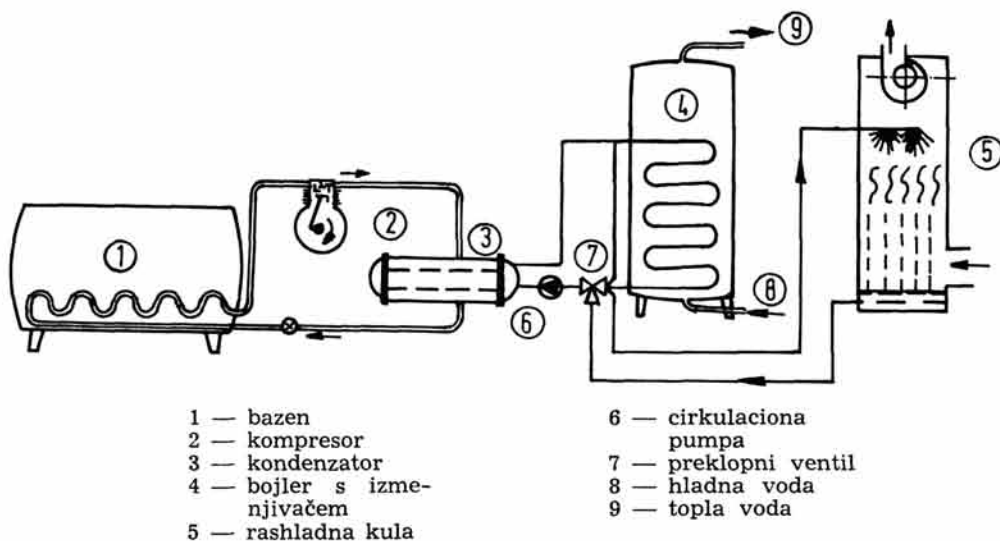
Do sada opisana rešenja se odnose na proizvodni program Gorenje — Fecro, odnosno agregate za hlađenje do 3000 l, koji se obično upotrebljavaju u seoskim centrima za prikupljanje mleka, zatim u mlekarnicama i na farmama.

Uređaji većeg kapaciteta se koriste u mlekarama i tamo imamo i veću količinu otpadne toplote. Potrebe za toplom vodom su također srazmerno velike. Rešenje za taj problem već postoji.

Relativno jednostavnim zahvatom u sistem za hlađenje, u mlekarama se otpadna toplota može koristiti za zagrevanje sanitarne vode.

Kompresor i kondenzator su u jednoj prostoriji, a na krovu su obično kule za hlađenje, u kojima se hladi voda za rashlađivanje kondenzatora.

Toplota koja potiče od rasladne vode prelazi u okolnu atmosferu, umesto da se iskoristi za zagrevanje vode, što se, inače, vrši skupim uvoznim mazutom. U svakom slučaju, troškovi za ugradnju dodatnih uređaja za iskorišćavanje kondenzatorske toplote bi se brzo pokrili. Na uprošćenju shemi (sl. 3) vidimo, da se između kondenzatora i kule za hlađenje ugrađuje specijalan bojler (akumulator) veličine nekoliko m<sup>3</sup>, za toplu vodu.

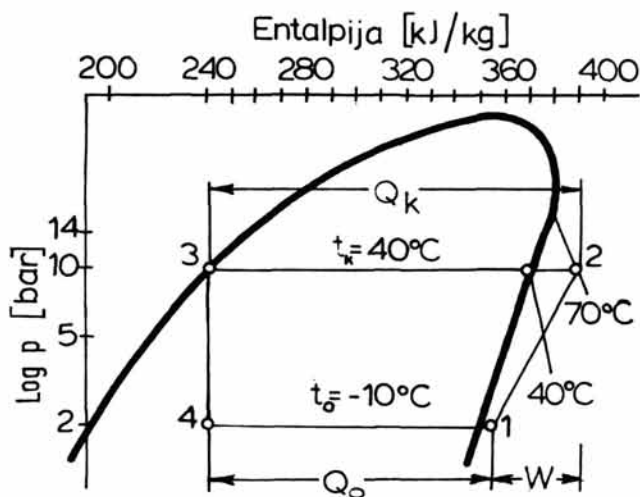


Slika 3. Moguće rešenje kod velikih postrojenja

### Energetski bilans i ekonomičnost uređaja

Kod proučavanja kružnih procesa, u tehnici hlađenja upotrebljavamo tzv. log p, i dijagram. Pomoću njega jednostavno pratimo termodinamičke promene, time i transformacije energije u procesu hlađenja.

Direktno očitavamo podatke o toploti hlađenja, kondenzatorskoj toploti i o pogonskoj energiji kompresora.



$Q_k$  - kondenzacijska toplota (dovedena u bojler)

$Q_o$  - uparjalna toplota (odvzeta mleku)

$W$  - vložena energija za pogon kompresorja

Linija 1—2: Prikazuje kompresiju rashladnog medija u kompresoru. Pritisak rashladnog medija se poveća iz pritiska isparavanja  $p_o$  na pritisak  $p_k$ . Za pogon kompresora uložena je energija  $W$ .

Linija 2—3: Prikazuje hlađenje i kondenzaciju rashladnog medija. Proces teče u kondenzatoru koji može biti vodno ili vazdušno hlađenje. Toplota iz kondenzatora nepovratno odlazi u okolnu atmosferu. Ugradnjom dodatnih uređaja mi je koristimo za zagrevanje sanitarne vode.

Linija 3—4: Prikazuje sabijanje rashladnog medija od  $p_k$  na  $p_o$ .  
Linija 4—1: Predstavlja proces u isparivaču sistema za hlađenje (npr. bazen za hlađenje, cisterna itd). Tu se vrši prelaz toplote sa mleka na rashladni medij, usled čega se mleko hladi.

Slika 4. Log p-i diagram za rashladni ciklus

U nastavku pogledajmo za primer, energetski bilans i finansijski obračun kod bazena BHN 1000 proizvodnje Gorenje-Fecro.

Bazen za hlađenje je dimenzioniran da količinu mleka od jedne muže, ohladi u vremenu od 3 sata, od temperature  $+35^\circ\text{C}$  na  $+4^\circ\text{C}$ . Mleku oduzimamo:

$$Q_o = 61\,750 \text{ kJ toplote.}$$

Transmisijski dovod toplote je približno 5% i iznosi

$$Q_t = 61\,750 \cdot 1,05 = 64\,900 \text{ kJ}$$

Preko kompresora dobijemo, prema iskustvenim podacima, 5400 kJ na svakih 100 l mleka. Znači:

$$W = (5 \cdot 5400) \text{ kJ} = 27\,000 \text{ kJ}$$

Ukupna toplota energije, oslobođena na kondenzatoru je:

$$Q_k = Q_o + W = (64\,900 + 27\,000) \text{ kJ} = 91\,900 \text{ kJ}$$

Sva ova, teoretski na raspolaganju, toplota, odlazi u okolinu. Pogledajmo teorijsku količinu vode koju možemo zagrijati od  $10^\circ\text{C}$  na  $55^\circ\text{C}$ .

$$m_{\text{teor.}} = \frac{Q_k}{C_u \cdot t} = \frac{91\,900}{4,18 \cdot 45} \text{Kg} = 488 \text{ Kg}$$

Stvarna količina zagrijane vode, koju smo utvrdili neposrednim eksperimentom iznosi, zbog gubitaka pri prenosu toplote, 20% manje.

$$m_{\text{stvarna}} = 370 \div 380 \text{ l vode temperature } 55^\circ \text{C.}$$

Kod dve muže je ta količina 750 l/dan.

Za isto zagrevanje elektro-energijom potrošili bi 41,5 kWh, a za celu godinu bi to iznosilo 15.147 kWh elektro-energije.

Trenutna cena el. energije je 2,8 din/kWh (prosek uzet za noćnu i dnevnu tarifu) pa su godišnji troškovi takvog grejanja:

$$S_1 = 15.147 \cdot 2,8 = 42.410 \text{ din}$$

Cena uređaja koji je potreban za iskorištavanje otpadne toplote jedva prelazi tu vrednost, iz čega sledi, da se ovakva investicija pokriva za 1,5—2 godine, u zavisnosti od potrošnje vode.

Bolji rezultati bi se postigli u mlekarama, gde je potrošnja vode nesrazmerno veća nego u mlekarnicama, a potrebni uređaji, obzirom na instalacionu snagu, jeftiniji.

### Zaključak

Iz prednjeg je jasno, da je upotreba kondenzatorske toplote uređaja za hlađenje jedna od mogućnosti racionalizacije potrošnje i štednje energije.

U odnosu na druga slična rešenja, ovakav način ima prednosti zbog investicionih troškova i u efektu delovanja.

Ubrzanim rastom cena el. energije i većom upotrebom uređaja za hlađenje, koju zahtevaju stroži higijenski propisi, ovi uređaji dobijaju na vrednosti. To nam govori o nužnosti zagrevanja potrošne i tehnološke vode na taj način, u celoj prehrambenoj industriji.

Zato je Gorenje-Fecro odlučilo, da na osnovu svojih zaključka i uz potporu republičkih institucija za energiju, opremi bar 60% svojih bazena za hlađenje, uređajima za zagrevanje vode.

Vreme je da se kupci bazena za hlađenje, graditelji i investitori mlekarnica i mlekara, uvere o prednosti takvog načina zagrevanja vode i da ga koriste.

Sebi će omogućiti finansijske uštede, a državi uštedu energije.

### Literatura

KRONOVŠEK-ŠTIGLIĆ: Sagrevanje potrošne vode s kondenzatorsko toploto hladilnih naprava (Raziskovalna naloga)

H. L. VON CUBE: Lehrbuch der Kaeltetechnik

WIELAND WERKE: Wieland Atlas

WESTFALIA: Brauchwasserwaermung durch Nutzung der Abwearme von Milchkühlanlagen

DANFOSS: Das Danfoss Journal

DANFOSS: Handbuch ueber Kaelteanlagen mit Waermerueckgewinnung

DANFOSS: Die Verfluessigerwärme nutzen

EICKENHORST-PAUL: Jahrbuch der Waermerueckgewinnung, 4 Ausgabe 1981/82.